

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 1 2 月 9 日
Date of Application:

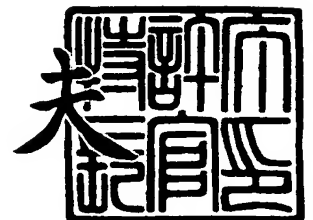
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 4 1 0 5 5 5
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 4 1 0 5 5 5]

出 願 人 セイコーエプソン株式会社
Applicant(s):

2 0 0 4 年 1 月 6 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 J0104144
【提出日】 平成15年12月 9日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 B41J 27/00
【発明者】
 【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
 【氏名】 岡田 信子
【発明者】
 【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
 【氏名】 三浦 弘綱
【特許出願人】
 【識別番号】 000002369
 【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100098084
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 川▲崎▼ 研二
【先の出願に基づく優先権主張】
 【出願番号】 特願2003- 48146
 【出願日】 平成15年 2月25日
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 038265
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9606536

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

液体材料が充填される液体充填部を備え、前記液体充填部を駆動波形にしたがって膨張または収縮させることにより前記液体材料を液滴化して吐出する吐出ヘッドと、

前記吐出ヘッドに駆動波形を供給する駆動制御手段と、

前記液滴の最適な重量および吐出速度を記憶する条件記憶手段と、

前記吐出ヘッドから吐出された液滴の重量を測定する重量測定手段と、

前記吐出ヘッドから吐出された液滴の吐出速度を測定する速度測定手段と、

前記駆動波形の基本形を記憶する基本駆動波形記憶手段と、

前記基本駆動波形記憶手段から基本形となる駆動波形を読み出し、前記重量測定手段で測定された重量と、前記速度測定手段で測定された吐出速度とが、前記条件記憶手段で記憶されている重量および吐出速度と一致するように当該駆動波形を調整する波形調整手段と、

前記波形調整手段により調整された駆動波形を記憶する波形記憶手段と

を有することを特徴とする駆動波形決定装置。

【請求項 2】

前記吐出ヘッドから吐出された液滴の物性値を取得する物性値取得手段を有し、

前記基本駆動波形記憶手段は、液滴の物性値に応じた複数の駆動波形を記憶し、

前記波形調整手段は、前記物性値取得手段が取得した物性値に応じた駆動波形を前記基本駆動波形記憶手段から読み出し、

前記波形記憶手段は、前記波形調整手段により調整された駆動波形を前記物性値取得手段で取得された物性値と対応付けて記憶する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の駆動波形決定装置。

【請求項 3】

前記波形調整手段は、前記基本駆動波形記憶手段から読み出した駆動波形に対して、前記吐出ヘッドの固有周期に応じた修正を行い、修正後の駆動波形について前記調整を行うことを特徴とすることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の駆動波形決定装置。

【請求項 4】

前記物性値は、少なくとも粘度、表面張力、接触角、密度のいずれかを含むことを特徴とする請求項 2 に記載の駆動波形決定装置。

【請求項 5】

前記物性値取得手段は、少なくとも 1 つの前記物性値の測定手段からなることを特徴とする請求項 4 に記載の駆動波形決定装置。

【請求項 6】

前記重量測定手段は、

前記吐出ヘッドと対向するように設けられた電極と、

前記電極表面に付着した物質の重量に応じて周波数が変化する振動子と、

前記振動子の周波数を測定する周波数カウンタと、

前記周波数カウンタで測定された前記液滴の付着前後の周波数の変化量に基づいて、前記液滴の重量を算出する算出手段と

を有することを特徴とする請求項 1 に記載の駆動波形決定装置。

【請求項 7】

前記物性値取得手段は、前記液滴が前記電極表面に付着した際の前記振動子の振幅の減衰特性を用いて前記液滴の粘度を求めることを特徴とする請求項 5 に記載の駆動波形決定装置。

【請求項 8】

前記速度測定手段は、前記吐出ヘッドから吐出された液滴の異なる 2 つの時刻における位置と、該 2 つの時刻の時間差とを用いて、該液滴の吐出速度を求めることを特徴とする請求項 1 に記載の駆動波形決定装置。

【請求項 9】

前記吐出ヘッドは複数のノズルを有し、

前記波形調整手段は、前記複数のノズルの吐出速度のばらつきを測定し、該ばらつきが最小となるように前記駆動波形の最高電位を維持するホールド時間を定めることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の駆動波形決定装置。

【請求項 10】

前記波形調整手段は、前記駆動波形の高周波領域における液滴の重量の減少幅が最小となるように、前記駆動波形の最低電位を維持するホールド時間を定めることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の駆動波形決定装置。

【請求項 11】

前記波形調整手段は、前記液滴の重量および吐出速度が前記条件記憶手段に記憶されている値と一致するように、前記駆動波形の最高電位および中間電位を定めることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の駆動波形決定装置。

【請求項 12】

液体材料が充填される液体充填部を備え、前記液体充填部を駆動波形の変化にしたがって膨張または収縮させることにより前記液体材料を液滴化して吐出する吐出ヘッドと、

前記吐出ヘッドに駆動波形を供給する駆動制御手段と、

請求項 1 乃至 9 に記載の駆動波形決定装置と

を有し、

前記駆動制御手段は、前記駆動波形決定装置で決定された駆動波形を前記吐出ヘッドに供給する

ことを特徴とする液滴吐出装置。

【請求項 13】

請求項 12 に記載の液滴吐出装置を用いて製造されたことを特徴とする電気光学装置。

【請求項 14】

請求項 12 に記載の液滴吐出装置を用いて製造された電気光学装置が搭載された電子機器。

【書類名】明細書

【発明の名称】駆動波形決定装置、電気光学装置および電子機器

【技術分野】

【0001】

本発明は、液滴吐出装置の吐出ヘッドを駆動するための最適な駆動波形を決定する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、液滴を吐出して対象媒体に付着させる液滴吐出装置が用いられている。この液滴吐出装置では、液体を充填した充填部を、電圧の印加による圧電素子の伸縮により収縮または膨張させる。これにより、液滴吐出装置は、液滴吐出ヘッドの吐出口から液滴を吐出する。この液滴吐出装置の用途として、電子機器の配線基板上への配線が挙げられる。これは、導電性の粒子を分散した液体材料を基板上に吐出することによって行われる。

ところで、液滴吐出装置の工業応用において用いられる液体材料には様々なものがあり、材料毎に密度、粘度などの特性が異なっている。液滴の吐出状態（1滴の分量、吐出速度など）は液体材料の特性によって変化するため、常に最適な吐出状態となるように、圧電素子に印加する駆動電圧の波形を液体材料毎に調整することが必要となる。

このような液滴の吐出状態の制御を目的とした技術が提案されている（例えば、特許文献1）。特許文献1に記載の技術では、インクカートリッジ内のインク残量に応じて、駆動電圧波形（以下、駆動波形と呼ぶ）を変更することにより、吐出されるインク量の安定化を図っている。

【0003】

【特許文献1】特開平11-309872号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、従来、駆動波形を決定するに当たっては、試しに吐出した液滴の重量や飛行速度などを測定しながら試行錯誤的に行っていた。そのため、駆動波形の決定に長時間を要し、また、駆動波形の決定のために多量の液体材料を消費するため、高コスト化の原因となるという問題があった。

本発明は上述した課題に鑑みてなされ、その目的は、液滴吐出装置の適確な駆動波形を少ない試行で決定することのできる技術を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上述の課題を解決するために、本発明は、液体材料が充填される液体充填部を備え、前記液体充填部を駆動波形にしたがって膨張または収縮させることにより前記液体材料を液滴化して吐出する吐出ヘッドと、前記吐出ヘッドに駆動波形を供給する駆動制御手段と、前記液滴の最適な重量および吐出速度を記憶する条件記憶手段と、前記吐出ヘッドから吐出された液滴の重量を測定する重量測定手段と、前記吐出ヘッドから吐出された液滴の吐出速度を測定する速度測定手段と、前記駆動波形の基本形を記憶する基本駆動波形記憶手段と、前記基本駆動波形記憶手段から基本形となる駆動波形を読み出し、前記重量測定手段で測定された重量と、前記速度測定手段で測定された吐出速度とが、前記条件記憶手段で記憶されている重量および吐出速度と一致するように当該駆動波形を調整する波形調整手段と、前記波形調整手段により調整された駆動波形を記憶する波形記憶手段とを有することを特徴とする駆動波形決定装置を提供する。

上記の構成からなる駆動波形決定装置においては、重量測定手段が吐出された液滴の重量を測定し、速度測定手段が液滴の吐出速度を測定する。そして、波形調整手段が、液滴の重量および速度が条件記憶手段に記憶されている重量および速度と一致するように駆動波形を調整し、波形記憶手段が調整された駆動波形を記憶する。

この駆動波形決定装置によれば、液滴吐出装置の適確な駆動波形を少ない試行で決定す

ることができる。液滴一滴毎の重量と吐出速度が測定できるから、実際の吐出状態を反映した正確な調整が可能となる。また、駆動波形を記憶することにより、最適な駆動波形を選択することが可能となる。

【0006】

また、上記の駆動波形決定装置は、前記吐出ヘッドから吐出された液滴の物性値を取得する物性値取得手段を有し、前記基本駆動波形記憶手段は、液滴の物性値に応じた複数の駆動波形を記憶し、前記波形調整手段は、前記物性値取得手段が取得した物性値に応じた駆動波形を前記基本駆動波形記憶手段から読み出し、前記波形記憶手段は、前記波形調整手段により調整された駆動波形を前記物性値取得手段で取得された物性値と対応付けて記憶することを特徴とすることが好ましい。

上記の構成によれば、液滴の物性値に応じて最適な駆動波形を決定することができる。

また、前記波形調整手段は、前記基本駆動波形記憶手段から読み出した駆動波形に対して、前記吐出ヘッドの固有周期に応じた修正を行い、修正後の駆動波形について前記調整を行うことを特徴とすることが好ましい。

上記の構成によれば、吐出ヘッドの固有周期に応じて駆動波形の基本形を修正することができる。

また、前記物性値は、少なくとも粘度、表面張力、接触角、密度のいずれかを含むことが好ましい。

さらに、前記物性値取得手段は、少なくとも1つの前記物性値の測定手段からなることが好ましい。

上記の構成によれば、予め液体材料の物性値がわかっていない場合であっても、測定手段によって物性値を測定することができる。

【0007】

また、前記重量測定手段は、前記吐出ヘッドと対向するように設けられた電極と、前記電極表面に付着した物質の重量に応じて周波数が変化する振動子と、前記振動子の周波数を測定する周波数カウンタと、前記周波数カウンタで測定された前記液滴の付着前後の周波数の変化量に基づいて、前記液滴の重量を算出する算出手段とを有することが好ましい。

上記の構成によれば、液滴の重量を正確に測定することが可能となり、所望の重量を有する液滴を吐出させるのに最適な駆動波形を決定することができる。

また、前記物性値取得手段は、前記液滴が前記電極表面に付着した際の前記振動子の振幅の減衰特性を用いて前記液滴の粘度を求めることが好ましい。

上記の構成によれば、液滴の粘度を正確に測定することが可能となり、液滴の粘度に応じて最適な駆動波形を決定することができる。

また、前記速度測定手段は、前記吐出ヘッドから吐出された液滴の異なる2つの時刻における位置と、該2つの時刻の時間差とを用いて、該液滴の吐出速度を求めることを特徴とする請求項1に記載の駆動波形決定装置。

上記の構成によれば、液滴の吐出速度を正確に測定することが可能となり、所望の吐出速度で液滴を吐出させるのに最適な駆動波形を決定することができる。

【0008】

また、前記吐出ヘッドは複数のノズルを有し、前記波形調整手段は、前記複数のノズルの吐出速度のばらつきを測定し、該ばらつきが最小となるように前記駆動波形の最高電位を維持するホールド時間を定めることが好ましい。

上記の構成によれば、複数のノズルの吐出速度のばらつきが最小となるように駆動波形を決定することができる。

また、前記波形調整手段は、前記駆動波形の高周波領域における液滴の重量の減少幅が最小となるように、前記駆動波形の最低電位を維持するホールド時間を定めることが好ましい。

上記の構成によれば、駆動波形の周波数の変化に対して液滴の重量を安定させることができる。

また、前記波形調整手段は、前記液滴の重量および吐出速度が前記条件記憶手段に記憶されている値と一致するように、前記駆動波形の最高電位および中間電位を定めることが好ましい。

上記の構成によれば、所望の重量および吐出速度が得られるように駆動波形を決定することができる。

【0009】

上記の駆動波形決定装置は、液滴吐出装置に組み込んで用いても好適である。この液滴吐出装置は、液体材料が充填される液体充填部を備え、前記液体充填部を駆動波形の変化にしたがって膨張または収縮させることにより前記液体材料を液滴化して吐出する吐出ヘッドと、前記吐出ヘッドに駆動波形を供給する駆動制御手段とを有している。そして、前記駆動制御手段は、前記駆動波形決定装置で決定された駆動波形を前記吐出ヘッドに供給する。

上記の構成による液滴吐出装置によれば、駆動波形決定装置が液滴吐出装置に組み込まれているので、所望の重量および吐出速度で液滴を吐出させるための駆動波形を迅速に決定することができる。また、生産現場において、液滴の種類に応じて迅速に駆動波形を決定することが可能となり、生産効率を向上させることができる。

また、電気光学装置を上記の液滴吐出装置を用いて製造することも好ましい。さらに、上記の液滴吐出装置を用いて製造された電気光学装置を電子機器に搭載することも好ましい。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

以下、図面を用いて、本発明の実施の形態を説明する。

＜駆動波形決定装置の構成＞

はじめに、本発明にかかる駆動波形決定装置の構成を説明する。図1は、駆動波形決定装置100の構成を示す図である。駆動波形決定装置100は、例えば、銀微粒子をC₁₄H₃₀（テトラデカン）溶媒に分散させた液体材料を基板の所定の位置に吐出することによって基板上に導電膜パターンを形成する液滴吐出装置の吐出ヘッドの駆動波形を決定するための装置である。

【0011】

駆動制御部120は、吐出ヘッド110を駆動させるための駆動波形を吐出ヘッドに供給する。吐出ヘッド110は、圧電素子が設けられた液体充填部（図示省略）を有し、この駆動波形によって圧電素子を伸張または収縮させることによって液体充填部の要領を膨張または収縮させる。これにより、吐出ヘッド110は、液体材料を液滴化して、基板に向けて吐出する。また、吐出ヘッド110は、複数のノズルを有している。

解析部154はコンピュータ装置であり、CPU（Central Processing Unit）、ROM（Read Only Memory）、RAM（Random Access Memory）等を有し、ROMに格納されたコンピュータプログラムをCPUが実行することによって駆動波形決定装置100各部の制御を行う。

解析部154は、液滴の最適な重量、最適な吐出速度を液体材料の種類・物性値・温度と対応付けて記憶している。また、解析部154は、吐出ヘッドから吐出された液滴の重量および吐出速度が記憶されている値と一致するか否かを判定し、最適な駆動波形の決定を行う。さらに、解析部154は、決定された駆動波形を液体材料の種類・物性値・温度と対応付けて記憶する。解析部154によって行われる処理の手順については後述する。なお、本実施形態においては、液体材料の物性値として粘度を用いるが、表面張力、接触角、密度などを用いてもよい。

【0012】

重量・粘度測定部150は、水晶振動子に液滴が付着した際の共振周波数の変化を用いて液滴の重量を測定するQCM（Quartz Crystal Micro balance）であり、重量測定手段および物性値測定手段として機能する。なお、液体材料の物性値として表面張力、接触角、密度などを用いる場合には、物性値測定手段は、これらの物性値を測定する機能を有す

るものとする。

図2は、重量・粘度測定部150の構成を示す図である。重量・粘度測定部150は、センサーチップ421、周波数カウンタ422、演算部423およびパルス発生部420を主な構成要素としている。図3は、センサーチップ421の構成を示す図である。同図では、センサーチップ421の吐出ヘッド110と対向する面を示している。水晶振動子424の両面には、一对の電極425a、425bが対向して取り付けられている。絶縁体426は、導電性を有する支持体427a、427bを介して、水晶振動子424を振動自在に保持する。支持体427aは、電極425aと導通するとともに、絶縁体426に固定された端子428aと導通している。一方、支持体427bは、電極425bと導通するとともに、絶縁体426に固定された端子428bと導通している。上記の構成により、パルス発生部420から出力されたパルス信号が端子428a、428bを介してセンサーチップ421に入力されると、水晶振動子424が共振周波数にて振動する。

【0013】

センサーチップ421は、その一方の電極425aが吐出ヘッド110の液滴吐出面と対向するように設けられている。重量・粘度測定部420では、吐出ヘッド110から吐出された液滴が電極425aに付着すると、付着した液滴の質量を算出する。

水晶振動子は、自身に作用する外力が一定であれば一定の共振周波数にて振動するが、電極425aの表面に物質が付着して外力が変化すると、その変化量に応じて共振周波数が変化するという特性を有している。また、付着した物質が粘弾性を有する場合、水晶振動子424は、その物質の粘弾性特性値に応じて共振周波数が変化する。

【0014】

ここで、液滴の重量の測定について説明する。液滴の重量の測定は、液滴の粘弾性の影響を排除するために、液滴が乾燥して溶質が析出した後に行う。周波数カウンタ422は、析出物が付着した水晶振動子424の共振周波数を検出し、検出結果を示す信号を演算部423に供給する。ここで、水晶振動子に付着した物質の重量と共振周波数との関係は既知である。演算部423は、周波数カウンタ422から出力された共振周波数を示す信号を受け取ると、それを用いて析出物の重量を求める。そして、液体材料の濃度と析出物の重量とから乾燥前の液滴の重量を求める。なお、本実施形態においては水晶振動子を用いているが、圧電素子や磁歪素子などを用いてもよい。

なお、液滴の重量測定には以下の方法を用いてもよい。

(ア) 採取法

採取法では、液滴を一定の回数だけ吐出し、容器に採取する。採取された液体の重量を電子天秤等の手段を用いて測定し、その重量を液滴数で除することによって、液滴一滴あたりの重量を求めることができる。

(イ) 減量法

減量法では、液体が収容されたタンクの重量を液滴吐出前後で測定し、吐出前後の重量差を液滴数で除することによって液滴一滴あたりの重量を求める方法である。

【0015】

次に、液滴の粘弾性特性値の測定について説明する。本実施形態では、粘弾性特性値のうち、粘度を用いる。粘度の測定においては、粘度と減衰定数の関係を用いる。粘性を有する液体に接した物体が振動するとき、その物体の振動の振幅は液体の粘性によって減衰される。このときの時間と振幅の関係を示す物性値が減衰定数であり、粘度と減衰定数は相関関係を有している。本実施形態では、このことを利用して液滴の粘度を求める。具体的には、液体材料の粘度と減衰定数との関係を実験によって予め求めておく。ここで、粘度と減衰定数との関係が既知である液体材料については、実験によらずに既知の関係を用いてもよい。そして、液滴が水晶振動子に付着した際の振動の振幅の変化から減衰定数を求め、この減衰定数に対応する粘度を求める。

【0016】

上述した方法のほか、液滴の粘度と重量は以下のようにして求めることもできる。図4は、重量・粘度測定部310の構成を示す図である。重量・粘度測定部310は、上述し

た重量・粘度測定部 150 の構成に加えて、インピーダンス演算部 430 を有している。水晶振動子は前述したように液滴の質量に応じた共振周波数で振動するとともに、その物質の粘度に応じて共振周波数が変化するという特性を有している。重量・粘度測定部 310 は、この特性を利用して、液滴の質量および粘度を求めるものである。具体的には、インピーダンス演算部 430 が、センサーチップ 421 に加えた電圧と電流との関係から、水晶振動子 424 の電氣的なインピーダンスを求める。このインピーダンスは、共振周波数付近で大きく変化するという性質を持つ。インピーダンスの抵抗成分が最小となるときの周波数が共振周波数となり、その抵抗成分が共振抵抗値となる。インピーダンス演算部 430 は、水晶振動子 424 の共振周波数を演算により求め、共振周波数を示す信号を演算部 423 に供給する。また、周波数カウンタ 422 は、水晶振動子 424 の共振周波数を検出し、検出結果を示す信号を演算部 423 に供給する。演算部 423 は、インピーダンス演算部 430 から出力された共振抵抗値を示す信号と、周波数カウンタ 422 から出力された共振周波数を示す信号とを受け取ると、共振周波数、液滴の粘度および質量の関係を示す既知の計算式を用いて、液滴の粘度および質量を算出する。

【0017】

次に、液滴の吐出速度の測定について説明する。吐出速度の測定は、CCD (Charge Coupled Device) カメラ 152a とストロボ 152b とを用いて暗室内にて行われる。CCD カメラ 152a は、飛行中の液滴を吐出方向に対して直交する方向から撮影可能な位置に設けられている。解析部 154 は、ストロボ 152b および CCD カメラ 152a に対して、所定の時間間隔でタイミング信号を供給する。このタイミング信号が供給されると、ストロボ 152b の発光および CCD カメラ 152a による撮影が同期して行われる。この時間間隔は、一つの液滴が吐出されてからセンサーチップ 421 に着弾するまでの間に複数回の撮影が行われるように設定しておく。そして、撮影された液滴の像の 2 点間の位置と、それらが撮影された時間間隔とを用いて、液滴の吐出速度が求められる。

【0018】

上記の測定方法は、液滴の吐出速度のばらつきを調べるためにも用いられる。吐出ヘッド 110 には複数のノズルが設けられているが、各ノズルの寸法や出力特性には誤差がある。そのため、ノズル間で液滴一滴毎の重量のばらつきが生じる。ここで、全ノズルに同一波形を印加する駆動方法では、液滴の重量と吐出速度とは相関があることがわかっており、吐出速度のばらつきが少ない状態では、液滴一滴毎の重量のばらつきも少なくなる。本実施形態では、この関係を利用して、各ノズルの吐出速度を測定することによって、ノズル間の吐出量のばらつきを評価する。ばらつきの評価については後述する。

【0019】

なお、吐出速度の測定には以下の方法を用いてもよい。

(ア) 液滴の飛行経路上の 2 点を通過するようにレーザー光を出射し、光源に対面する測定部でレーザー光の強度を測定する。液滴が吐出されると、飛行中の液滴によりレーザー光が一部遮断されるから、このときのエネルギー変化を検出することによって液滴の通過時刻が求められる。そして、2 点間の距離と通過時刻の時間差とから液滴の速度が求められる。

(イ) 液滴の吐出時刻は駆動制御部 120 の設定値により既知である。また、液滴の着弾時刻は、重量・粘度測定部 150 における共振周波数変化が始まった時刻と同一である。両者の時間差、および吐出ヘッド 110 とセンサーチップ 421 上面との距離とから、液滴の吐出速度を求めることができる。

【0020】

<駆動波形の決定手順>

次に、上述の駆動波形決定装置 100 を用いた駆動波形の決定手順について説明する。図 5 は、駆動波形決定のフローを示す図である。

最初に、駆動波形を決定する際の出発点となる基本駆動波形を決定する (ステップ S1)。

図 6 は、基本駆動波形の一例を示す図である。この基本駆動波形は、吐出ヘッド 110

の液体充填部を膨張させる期間 $t_1 \sim t_2$ 、液体充填部の膨張を維持する期間 $t_2 \sim t_3$ (ホールド時間 Pwh_1)、液体充填部を収縮させる期間 $t_3 \sim t_4$ 、液体充填部の収縮を維持する期間 $t_4 \sim t_5$ (ホールド時間 Pwh_2)、液体充填部の収縮を解放する期間 $t_5 \sim t_6$ 、液体充填部の初期の容積を維持する期間 $t_6 \sim t_1$ から構成されている。ここで、期間 $t_6 \sim t_1$ においては中間電位 V_C が、期間 $t_2 \sim t_3$ においては最高電位 V_H が、期間 $t_4 \sim t_5$ においては最低電位 V_L がそれぞれ吐出ヘッドに印加される。

【0021】

パラメータ T_c は以下のようにして測定される。まず、図 6 に示す波形の駆動電圧を吐出ヘッドに印加することによって、ある吐出速度で液滴が吐出される。この吐出速度は、駆動波形によって変化する。図 7 は、ホールド時間 Pwh_1 を変化させたときの吐出速度の変化を示す図である。横軸がホールド時間 Pwh_1 、縦軸が吐出速度 v_m である。同図に示されるように、ホールド時間 Pwh_1 の長さに応じて吐出速度 v_m は周期的に変化する。このときの吐出速度 v_m の変化の周期 $t_\beta - t_\alpha$ がパラメータ T_c となる。

次に、駆動波形を決定するために用いるもうひとつのパラメータ T_a について説明する。図 8 は、 T_a を決定する際に用いる駆動波形の一例を示す図である。この駆動波形は、吐出ヘッド 110 の液体充填部を膨張させる期間 $t_1 \sim t_2$ 、吐出ヘッド 110 の液体充填部の膨張を維持する期間 $t_2 \sim t_3$ 、吐出ヘッド 110 の液体充填部を収縮させる期間 $t_3 \sim t_4$ 、吐出ヘッド 110 の液体充填部の収縮を維持する期間 $t_4 \sim t_1$ (ホールド時間 w) から構成されている。ここで、期間 $t_1 \sim t_2$ 、期間 $t_2 \sim t_3$ 、期間 $t_3 \sim t_4$ は同一の長さ T_{a0} を有し、期間 $t_4 \sim t_1$ は長さ w を有している。長さ T_{a0} は、吐出ヘッドの設計値から予め求められ、 T_a を求めるための初期値として用いられる。

【0022】

パラメータ T_a は以下のようにして測定される。まず、図 8 に示す波形の駆動電圧を吐出ヘッドに印加することによって、ある吐出速度でインクが吐出される。この吐出速度は、駆動波形によって変化する。

図 9 は、ホールド時間 w を変化させたときの吐出速度 v_m の変化を示す図である。横軸がホールド時間 w 、縦軸が吐出速度である。同図に示されるように、ホールド時間 w の変化に応じて吐出速度は周期的に変化する。この波形は、複数の波形が合成されたものとなっており、フーリエ解析によって各波形成分の周期を求めることができる。長い方の周期はパラメータ T_c に相当する。また、短い方の周期をパラメータ T_a とする。

T_c は上述した 2 つの方法のどちらを用いても求めることができるが、いずれの方法を用いてもよい。

【0023】

図 10 は、上述のようにして求められた T_c および T_a を用いて作成された基本駆動波形の例を示す図である。同図において、(a) は基本駆動波形の第 1 候補、(b) は第 2 候補、(c) は第 3 候補を表す。まず、第 1 候補の駆動波形を用いて吐出を試行し、速度測定部 152 の CCD カメラ 152a で撮影された画像により、液滴の吐出状態を観察する。吐出ヘッド 110 に設けられた複数のノズルのすべてから液滴が吐出されているならば、第 1 候補の駆動波形を駆動波形決定のための基本駆動波形として採用する。一方、液滴が吐出されないノズルが存在する場合には、第 1 候補を採用せず、第 2 候補の駆動波形を用いて吐出を試行する。そして、第 2 候補の駆動波形によってすべてのノズルから液滴が吐出されているならば、第 2 候補の駆動波形を基本駆動波形として採用する。第 2 候補の駆動波形によっても液滴が吐出されないノズルが存在する場合には、第 3 候補の駆動波形を基本駆動波形として採用する。

なお、基本駆動波形の決定には以下に述べる方法を用いてもよい。この方法では、まず、解析部 154 に、過去に求められた駆動波形を粘度と対応付けて記憶させておく。そして、重量・粘度測定部 150 で液滴の粘度を測定し、記憶されている波形の中から、測定された粘度に最も近い粘度に対応する波形を選択する。

【0024】

以上のようにして基本駆動波形が決定されたならば、次に波形の調整を行う。

波形の調整においては、最初に、最高電位のホールド時間 P_{wh1} の調整を行う（ステップ S 2）。ホールド時間 P_{wh1} の調整は、以下に示す方法により行う。

まず、ステップ S 1 で選択された基本駆動波形を用いて液滴を吐出し、複数のノズルから吐出される液滴の像を CCD カメラ 152a で撮影することによって、各ノズルの吐出速度を測定する。ここで、吐出速度の測定は、基本駆動波形の P_{wh1} を幾とおりかに変化させて行う。そして、目標とする吐出速度 v_m からの誤差（ばらつき）をノズル毎に求め、さらにその平均値 δv_m を求める。そして、誤差の平均値 δv_m を目標吐出速度 v_m で除することによって、速度に対するばらつきの発生割合（相対ばらつき） $\delta v_m / v_m$ を求める。

図 11 は、ホールド時間 P_{wh1} と相対ばらつき $\delta v_m / v_m$ との関係を示す図である。同図に示されるように、相対ばらつき $\delta v_m / v_m$ はホールド時間 P_{wh10} において極小値を持つ。すなわち、最高電位のホールド時間を P_{wh10} に設定することによって、吐出速度の相対ばらつきが最小となる。よって、 P_{wh10} が最高電位のホールド時間の最適値となる。

【0025】

次に、最低電位のホールド時間 P_{wh2} を調整する（ステップ S 3）。ホールド時間 P_{wh2} の調整は、以下に示す方法により行う。

まず、ステップ S 2 で決定された駆動波形を用いて液滴を吐出し、液滴の重量を測定する。ここで、重量測定は、駆動電圧の周波数を幾とおりかに変化させて行う。図 12 は、駆動電圧の周波数 f と吐出される液滴の重量 I_w との関係を示す図である。同図に示されるように、駆動電圧の周波数 f が高くなるにつれて、液滴の重量 I_w が小さくなり、ある周波数を超えると急激に重量 I_w が減少するという関係がある。ここで、重量 I_w の最大値と周波数 f が 20 kHz のときの重量との差を δI_w とする。

次に、ホールド時間 P_{wh2} を幾とおりかに変化させて、上記と同様に液滴の重量を測定する。図 13 は、前述の δI_w とホールド時間 P_{wh2} との関係を示す図である。同図に示されるように、 δI_w はホールド時間 P_{wh2} において極小値を持つ。すなわち、最低電位のホールド時間を P_{wh20} に設定することによって、高い周波数に対しても液滴の重量の落ち込みが最も少なくなる。よって、 P_{wh20} が最低電位のホールド時間の最適値となる。

【0026】

なお、最低電位のホールド時間 P_{wh2} の調整は以下に示す方法によっても可能である。図 14 は、液滴の重量 I_w とホールド時間 P_{wh2} との関係を示す図である。同図に示されるように、 P_{wh2} がある範囲内にあるときは液滴が正常に吐出され、その範囲から外れた場合は吐出不良を起こすことがわかっている。この液滴が正常に吐出される P_{wh2} の範囲の中点を P_{wh20} の最適値としてもよい。

以上により、駆動波形の時間軸方向の要素が決定されたことになる。これによって、上述したように、ノズル間のばらつきの抑制、周波数に対する液滴重量の安定化が図られる。これに対して、以下では、所望の液滴重量と吐出速度を得ることを目的として、電位の調整を行う。

【0027】

最初に最高電位 V_H を調整する（ステップ S 4）。最高電位 V_H の調整は、以下のようにして行う。まず、ステップ S 3 で求められた駆動波形を用いて液滴を吐出し、液滴の吐出速度 v_m を測定する。ここで、最高電位 V_H を幾とおりかに変化させて、吐出速度 v_m を測定する。図 15 は、最高電位 V_H と吐出速度 v_m との関係を示す図である。同図に示されるように、最高電位 V_H が高くなるにつれて液滴の吐出速度 v_m が増加する。この結果から、所望の吐出速度が得られる最高電位 V_H を求める。

次に、中間電位 V_C を調整する（ステップ S 5）。中間電位 V_C の調整は、以下のようにして行う。まず、ステップ S 4 で求められた駆動波形を用いて液滴を吐出し、液滴の重量 I_w を測定する。ここで、中間電位 V_C を幾とおりかに変化させて、液滴の重量 I_w を測定する。図 16 は、中間電位 V_C と液滴の重量 I_w との関係を示す図である。同図に示

されるように、中間電位 V_C が高くなるにつれて、液滴の重量 I_w が増加する。なお、吐出速度 v_m は中間電位 V_C に関わらず一定である。この結果から、所望の液滴重量が得られる中間電位 V_C を求める。

【0028】

次に、最高電位 V_H を再調整する（ステップ S6）。最高電位 V_H の再調整は、以下のように行う。まず、ステップ S5 で求められた駆動波形を用いて液滴を吐出し、液滴の重量 I_w を測定する。ここで、最高電位 V_H を幾とおりからに変化させて、液滴の重量 I_w を測定する。図 17 は、最高電位 V_H と液滴の重量 I_w との関係を示す図である。同図に示されるように、最高電位 V_H が高くなるにつれて、液滴の重量 I_w が増加する。この結果から、所望の液滴重量が得られる最高電位 V_H を求める。

以上により、駆動波形の決定が行われる。なお、液滴の吐出状態は、液体材料の温度によっても変化するから、想定される範囲内の複数段階の温度において、上記の駆動波形決定作業を行う。そして、液体材料の種類、粘度および温度に対応付けて駆動波形を表すデータを解析部 154 に記憶させる。

【0029】

以上説明したように、本発明によれば、液滴吐出装置の適確な駆動波形を少ない試行で決定することができる。液滴一滴毎の重量と吐出速度が測定できるから、実際の吐出状態を反映した正確な調整が可能となる。また、液滴の粘度と駆動波形とを対応付けて記憶することにより、液滴の粘度に応じて最適な駆動波形を選択することが可能となる。

【0030】

<変形例>

上述の実施形態で説明した駆動波形決定装置は一例であり、本発明は、様々な形態に変形することができる。

上述の実施形態では、駆動波形決定装置の例を示したが、この駆動波形決定装置を液滴吐出装置に組み込むこととしてもよい。図 18 は、液滴吐出装置の例を示す図である。液滴吐出装置 10 は、液滴を基板 9 に対して吐出するヘッド部 20 を備えている。ステージ 12 は、紙フェノールやガラス等の薄板である基板 9 をセットするための載置台である。ここで、ヘッド部 20 はスライダ 31 により x 方向に移動でき、ステージ 12 は、スライダ 32 により y 方向に移動できるように構成されている。これにより、ヘッド部 20 と基板 9 との相対位置の調整が行われ、基板 9 の任意の位置に液滴を吐出することができる。

このような液滴吐出装置に本発明の駆動波形決定装置を組み込むことによって、生産現場において、液滴の種類に応じて最適な駆動波形を迅速に決定することが可能となり、生産効率を向上させることができる。

【0031】

また、上述の実施形態では、吐出ヘッド 110 に設けられた複数のノズルに同一波形の電圧を印加しているが、ノズル毎に異なる波形の電圧を印加することとしてもよい。この場合においても、上述した波形調整方法を用いることができ、ノズル毎に最適の波形を生成することができる。

また、上述の実施形態では、吐出ヘッドの液体充填部の膨張および収縮を行なわせて、液滴を吐出する駆動波形を用いて説明したが、この他に、吐出ヘッドの液体充填部の膨張およびその膨張の解放（すなわち中間電位 V_C に戻す）を行なわせて、液滴を吐出する駆動波形においても適用可能である。また、図 6 に示した駆動波形の逆位相の駆動波形においても、適用可能である。

【0032】

上述の実施形態において、インクジェット装置としては、導電性材料を含む液滴を基板 132 の所定の位置に付着させる装置として説明したが、他に、着色液体の用紙印字、EL (Electro Luminescence) 素子の製造、レジスト形成、液晶表示装置におけるガラス基板上のカラーフィルタ形成や液晶材料の封入、マイクロレンズアレイの製造、あるいは生体物質の測定のための液体吐出などの用途にも用いることができる。

本発明のインクジェット装置としては例えば、有機 EL 素子における正孔輸送性発光層

または電子輸送層などの層を形成する装置、あるいは無機EL素子における蛍光発光層の層形成装置が挙げられる。また他に、本発明のインクジェット装置として、所定の導電膜パターン形成の際におけるリソグラフィ工程のレジストを塗布する装置、マイクロレンズアレイの製造工程において複数の凸部を有する原盤に光透過性材料を塗布する装置、試験管などの容器媒体に注入されたDNA (deoxyribonucleic acid) などの生体物質の種類または量を測定するための触媒を吐出する装置、あるいはその生体物質自体を試験管などの媒体に吐出する装置が挙げられる。

【0033】

<電気光学装置および電子機器>

上述の駆動波形決定装置で決定された駆動波形が供給される液滴吐出装置により形成されたカラーフィルタを有する電気光学装置と、この電気光学装置を表示部として適用した電子機器について説明する。

図19は、カラーフィルタを有する電気光学装置の断面図である。この図に示すように、電気光学装置640は、大略して、観察者側に向けて光を放出するバックライト機構642と、バックライト機構642から放出された光を選択的に透過させるパッシブ型液晶表示パネル644とを有している。このうち、液晶表示パネル644は、基板646と、電極648と、配向膜650と、スペーサ652と、配向膜654と、電極656と、カラーフィルタ660とを有している。カラーフィルタ660は、隔壁620からみて基板600側が上側（観察者側）に位置している。このカラーフィルタ660に含まれる赤色カラーフィルタ632R、緑色カラーフィルタ632Gおよび青色カラーフィルタ632Bは、本発明の液滴吐出装置によりパターンニングされたものであり、略設計値と等しい厚みを有している。また、各カラーフィルタ632R、632G、632Bの背面側には、それらの保護を目的としたオーバーコート層658が設けられている。

スペーサ652を隔てて対向する2つの配向膜650、654の間隙には、液晶が封入されており、電極648、656により電圧が印加されると、バックライト機構642から放出された光を、各カラーフィルタ632R、632G、632Bに対応する領域毎に選択的に透過させる。

【0034】

次に、図20は、電気光学装置640を搭載した携帯電話機700の外観図である。この図において、携帯電話機700は、複数の操作ボタン710の他、受話口720、送話口730とともに、電話番号などの各種情報を表示する表示部として、カラーフィルタを含む電気光学装置640を備えている。

また、携帯電話機700以外にも、本発明の液滴吐出装置を用いて製造された電気光学装置640は、コンピュータや、プロジェクタ、デジタルカメラ、ムービーカメラ、PDA (Personal Digital Assistant)、車載機器、複写機、オーディオ機器などの各種電子機器の表示部として用いることができる。

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図1】 駆動波形決定装置100の構成を示す図である。

【図2】 重量・粘度測定部150の構成を示す図である。

【図3】 センサーチップ421の構成を示す図である。

【図4】 重量・粘度測定部310の構成を示す図である。

【図5】 駆動波形決定のフローを示す図である。

【図6】 基本駆動波形の一例を示す図である。

【図7】 ホールド時間Pwh1を変化させたときの吐出速度の変化を示す図である。

【図8】 Taを決定する際に用いる駆動波形の一例を示す図である。

【図9】 ホールド時間wを変化させたときの吐出速度の変化を示す図である。

【図10】 TcおよびTaを用いて作成された基本駆動波形の例を示す図である。

【図11】 ホールド時間Pwh1と相対ばらつきとの関係を示す図である。

【図12】 駆動電圧の周波数と吐出される液滴の重量との関係を示す図である。

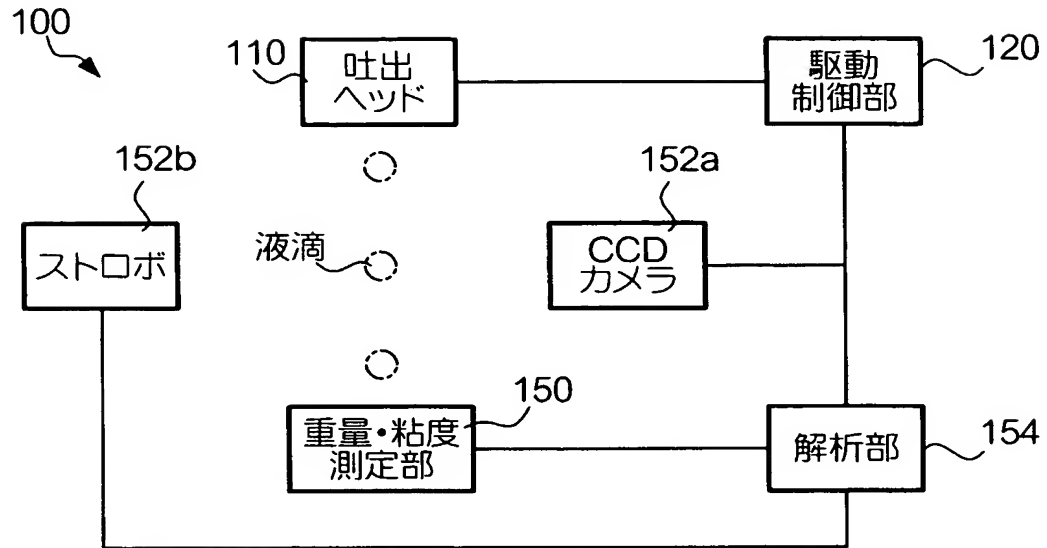
- 【図 13】 δI_w とホールド時間 P_{wh2} との関係を示す図である。
- 【図 14】 液滴の重量 I_w とホールド時間 P_{wh2} との関係を示す図である。
- 【図 15】 最高電位 V_H と吐出速度 v_m との関係を示す図である。
- 【図 16】 中間電位 V_C と液滴の重量 I_w との関係を示す図である。
- 【図 17】 最高電位 V_H と液滴の重量 I_w との関係を示す図である。
- 【図 18】 液滴吐出装置の例を示す図である。
- 【図 19】 カラーフィルタを有する電気光学装置の断面図である。
- 【図 20】 電気光学装置 640 を搭載した携帯電話機 700 の外観図である。

【符号の説明】

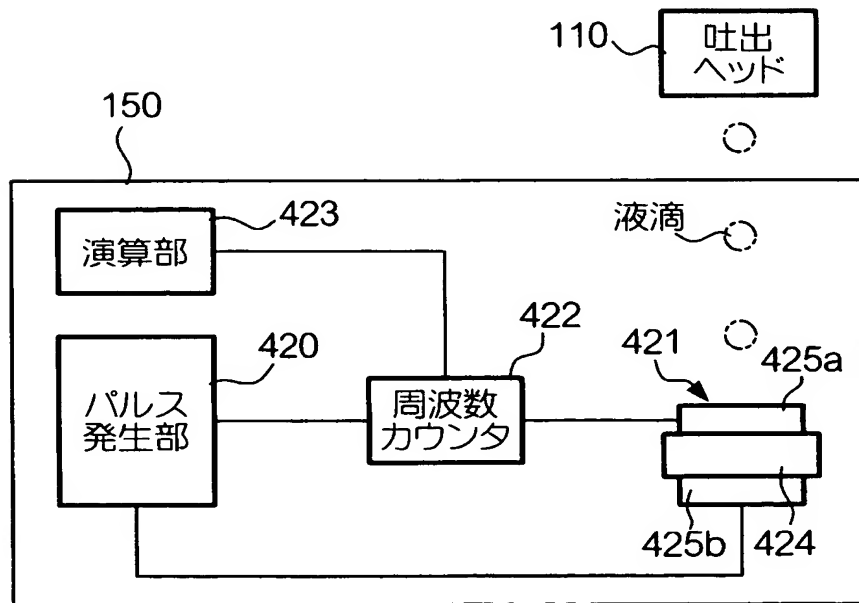
【0036】

100…駆動波形決定装置、110…吐出ヘッド、120…駆動制御部、150…重量・粘度測定部、152a…CCDカメラ、152b…ストロボ、154…解析部。

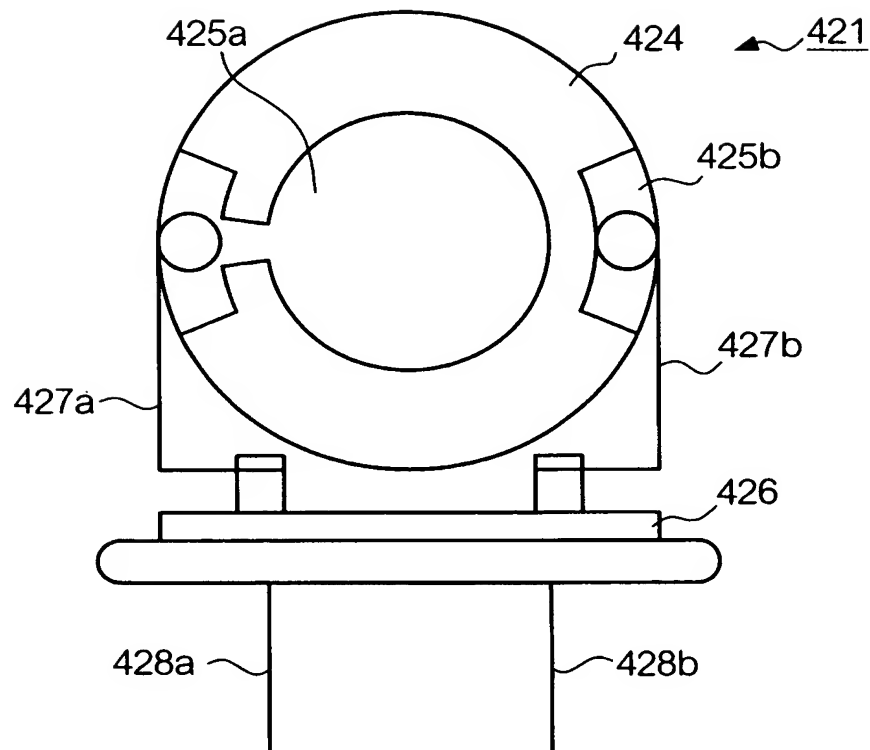
【書類名】 図面
【図 1】



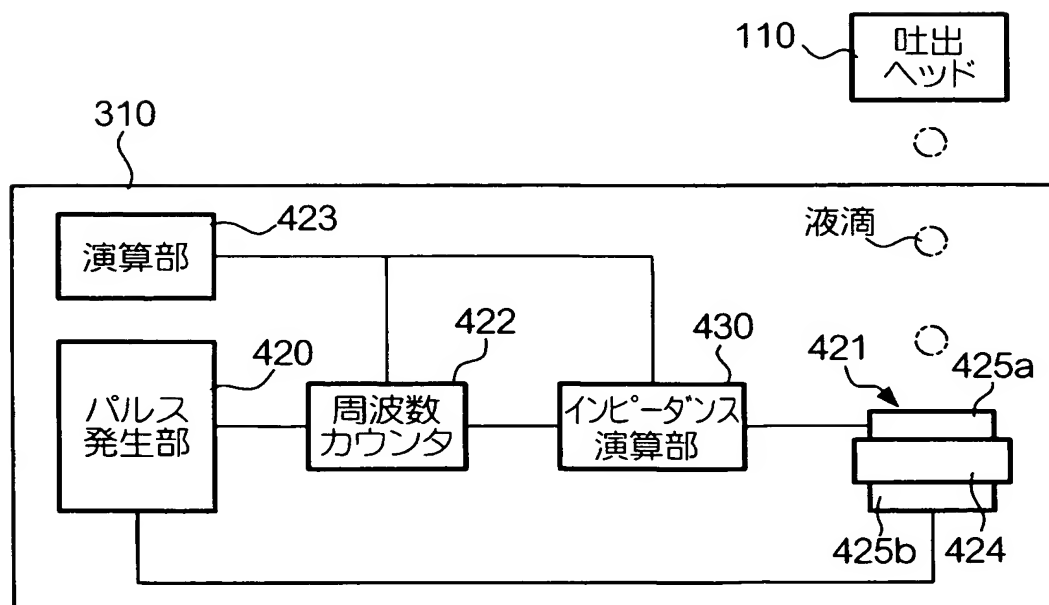
【図 2】



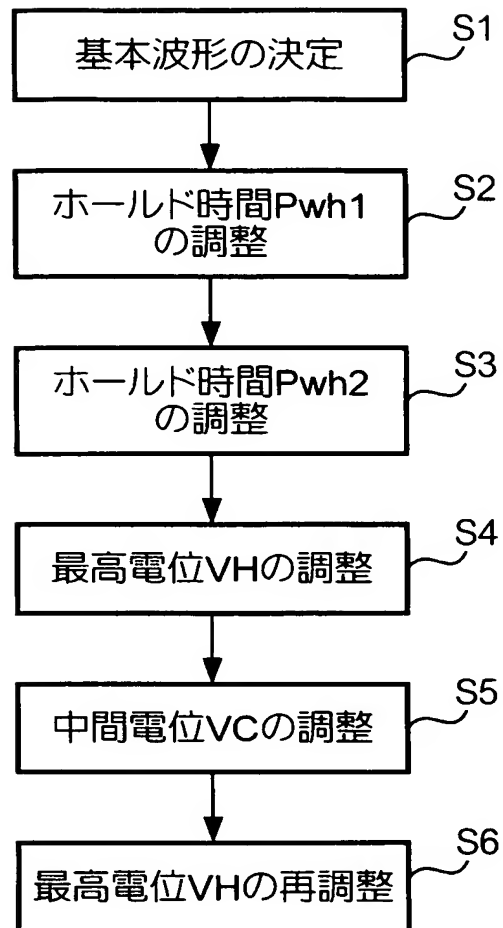
【図 3】



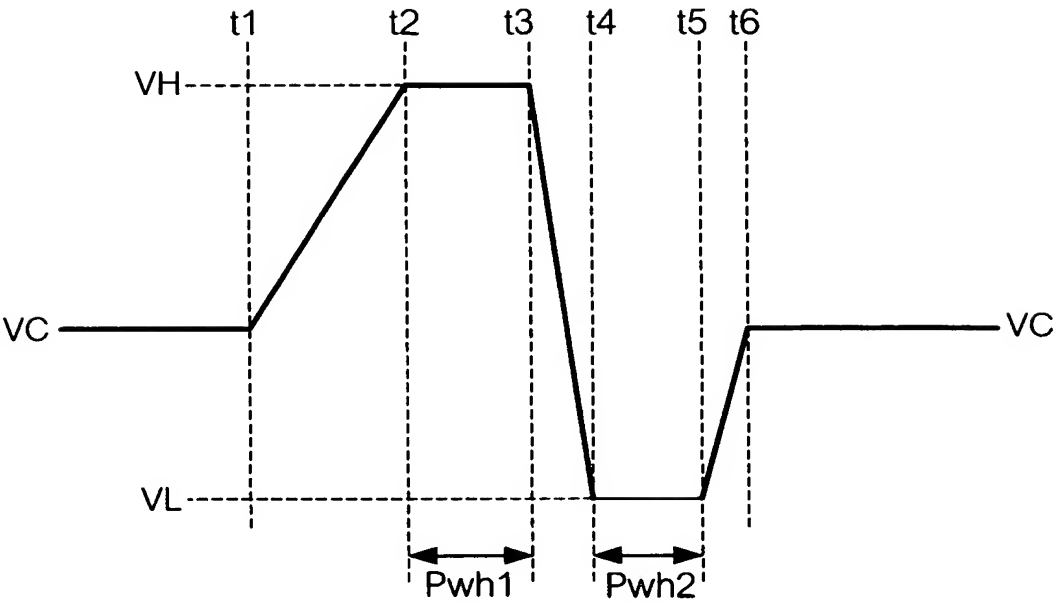
【図 4】



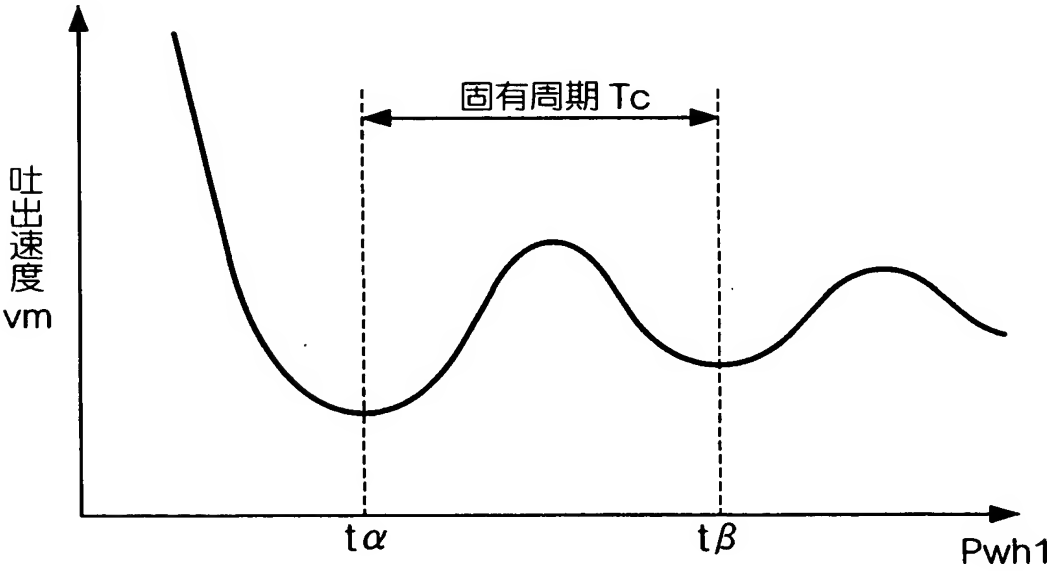
【図 5】



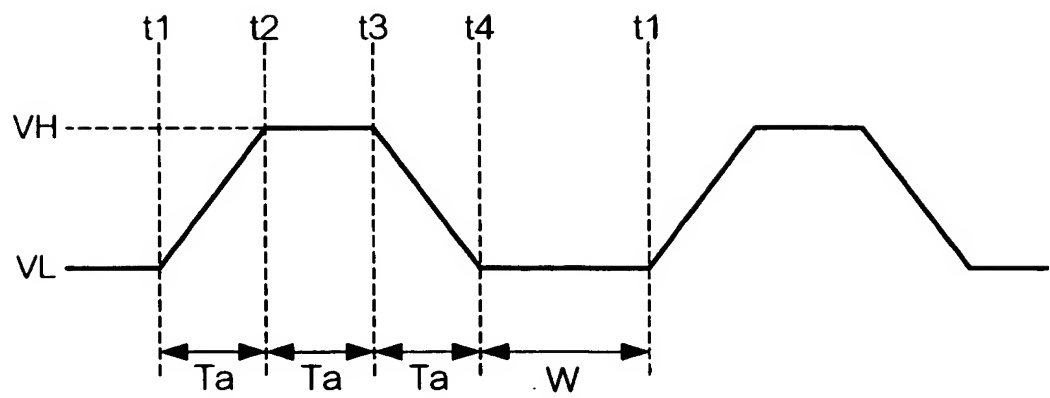
【図 6】



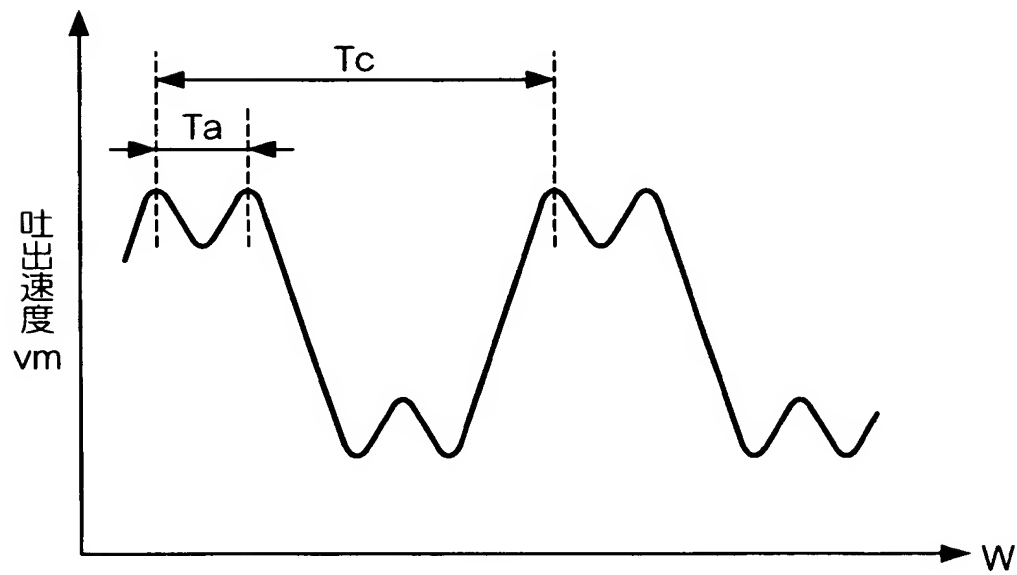
【図 7】



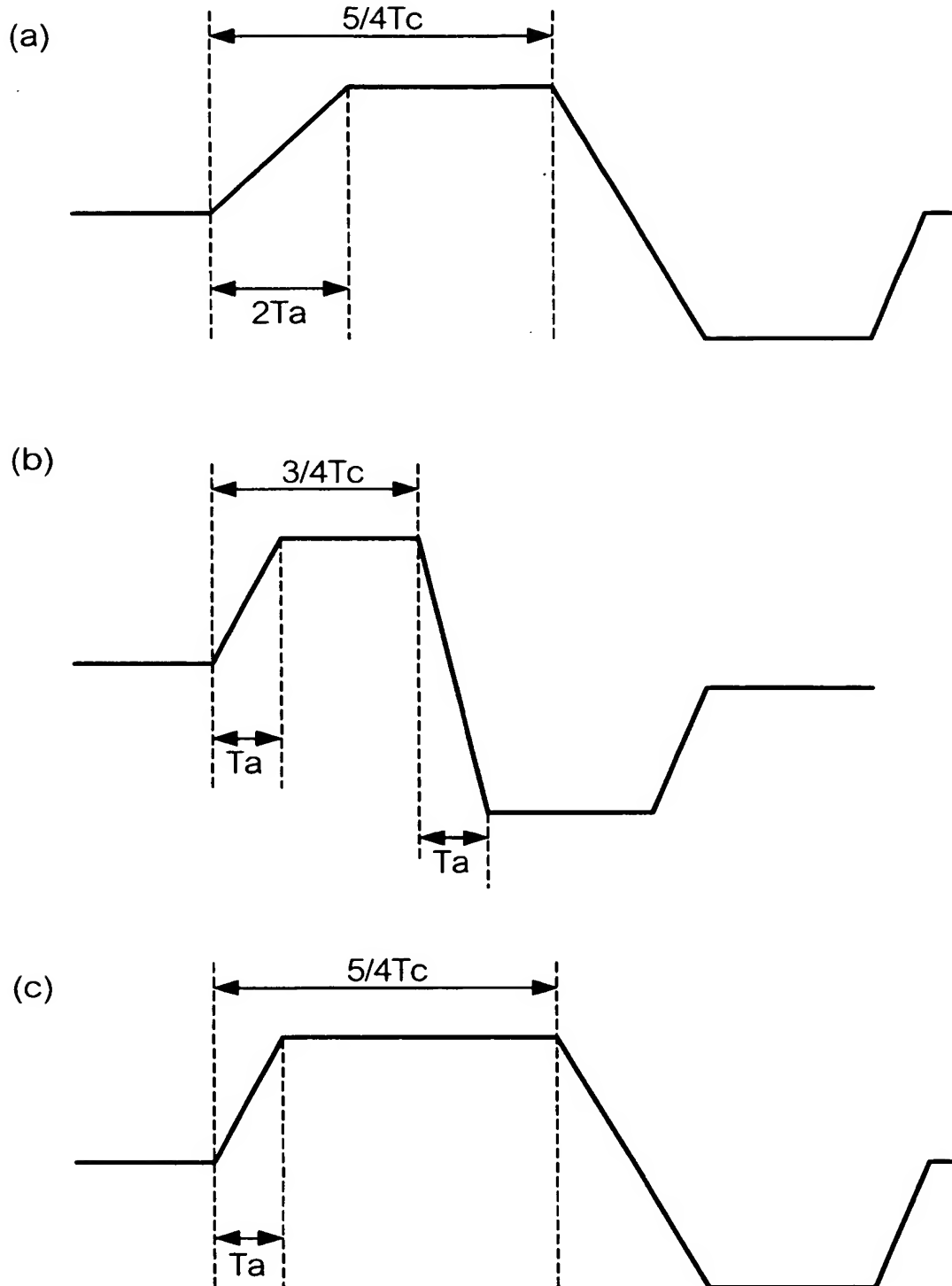
【図 8】



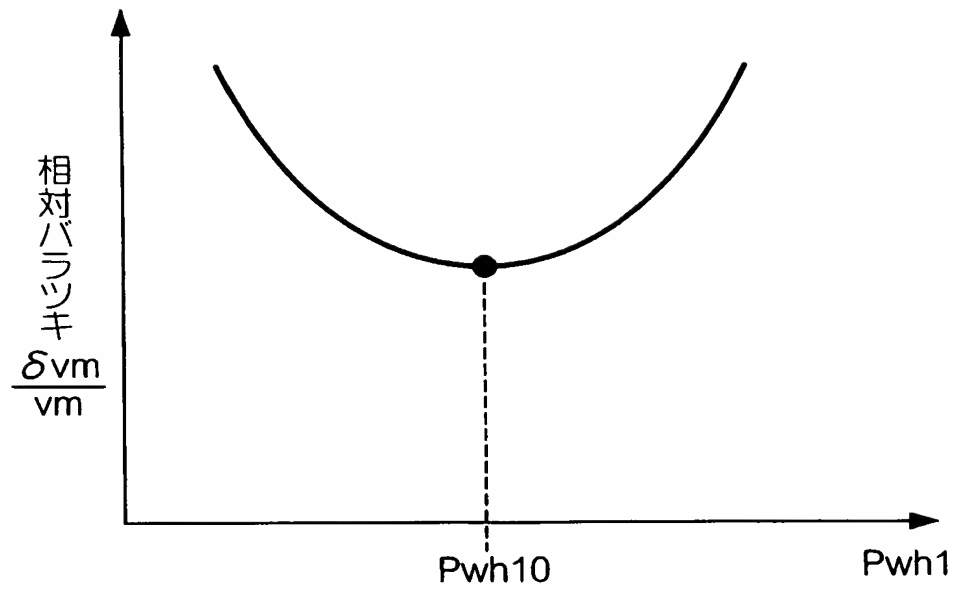
【図 9】



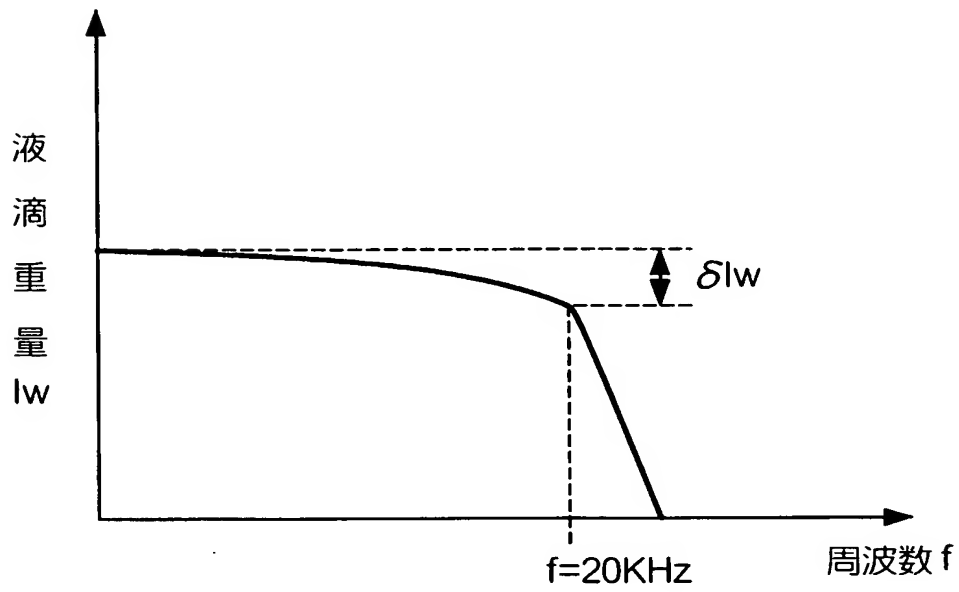
【図 10】



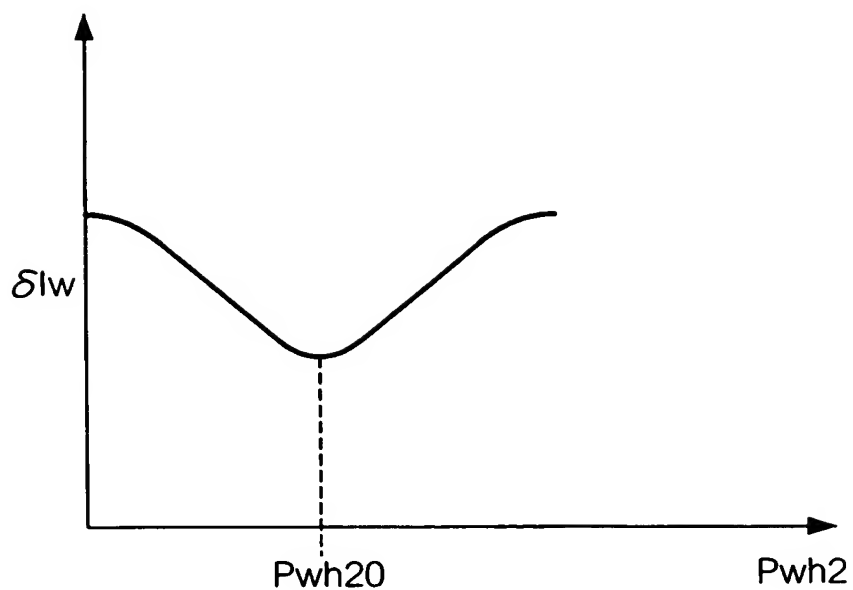
【図 11】



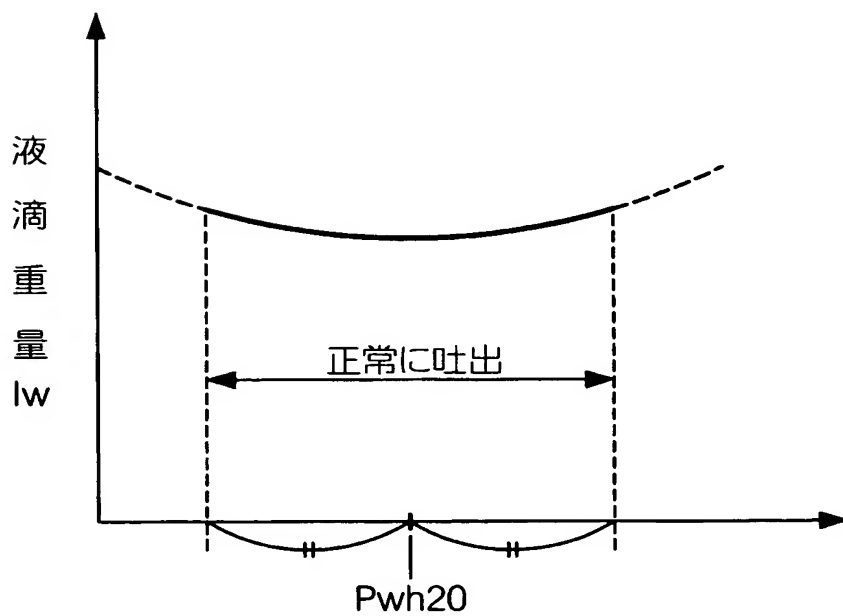
【図 12】



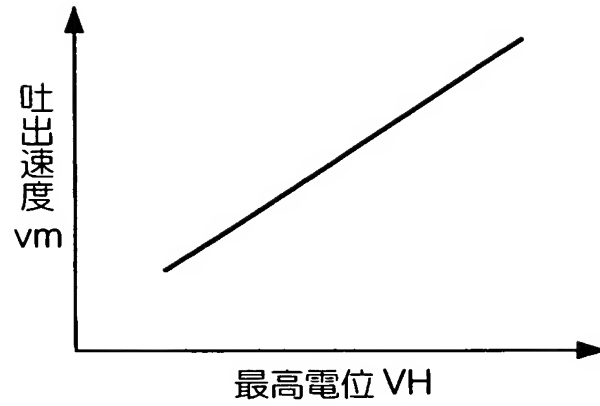
【図 13】



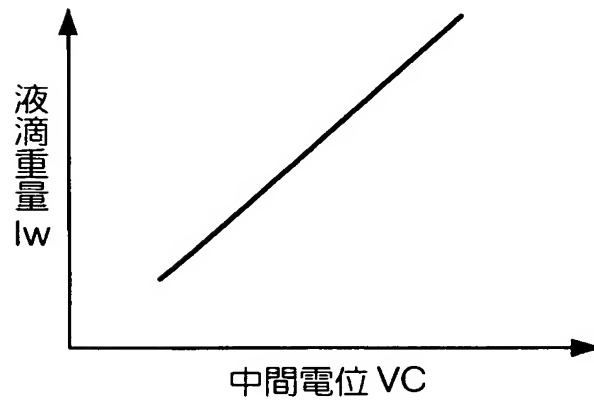
【図 14】



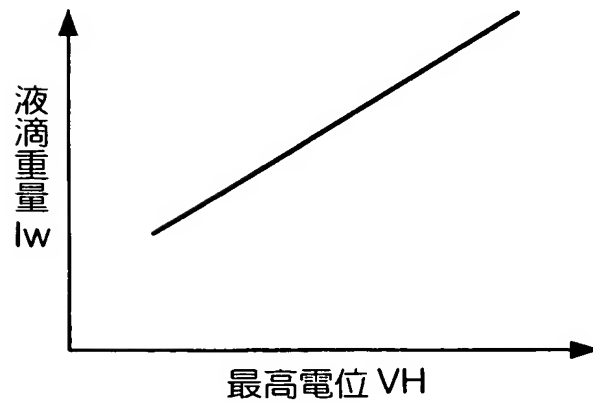
【図 15】



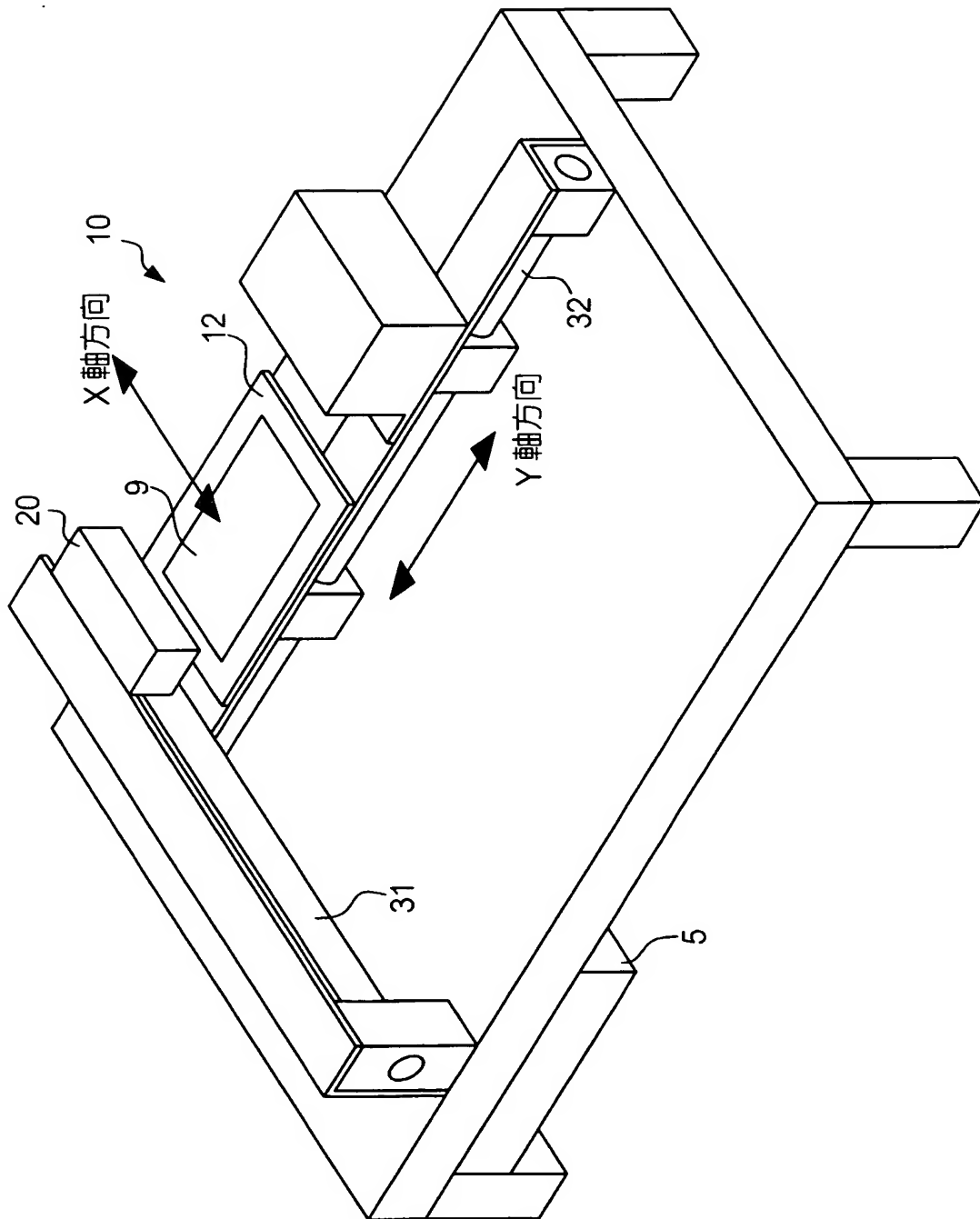
【図 16】



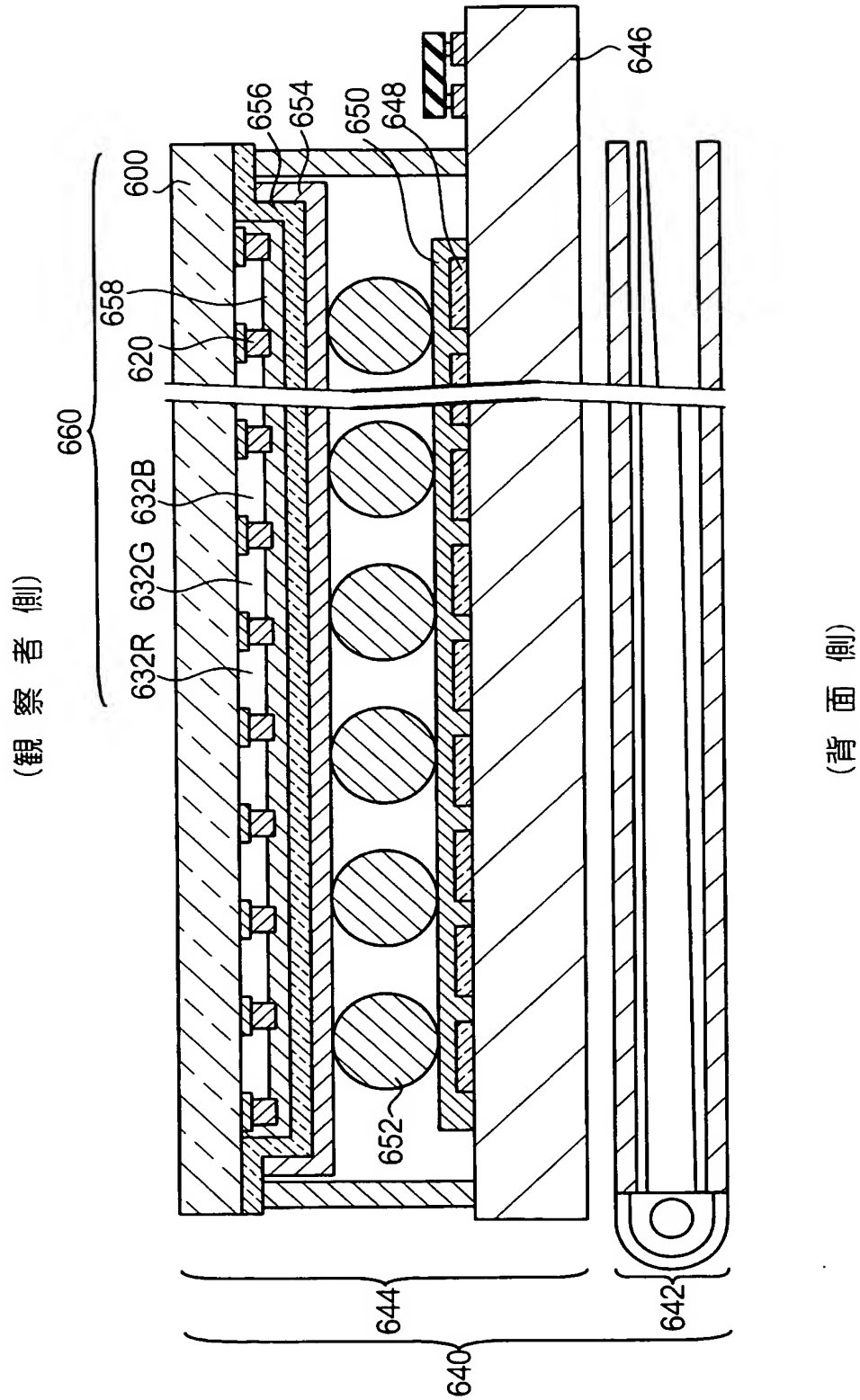
【図 17】



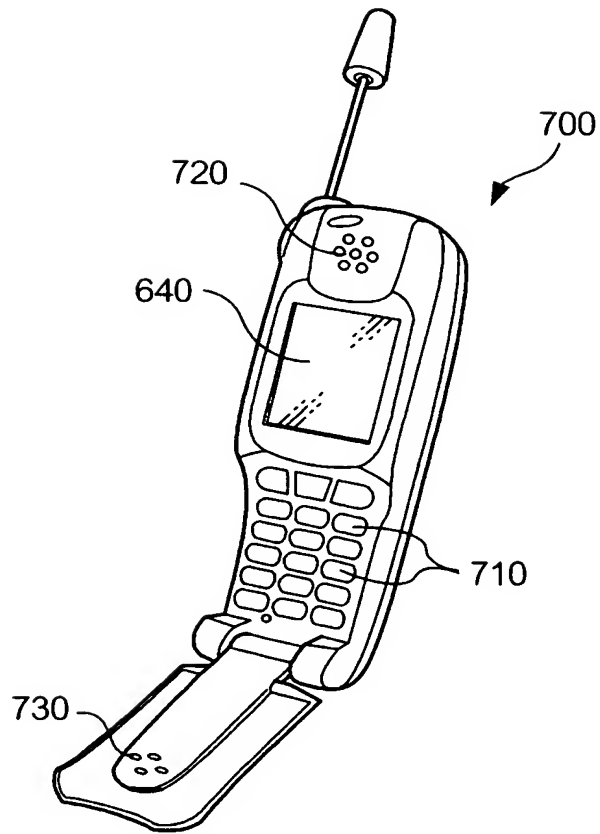
【図 18】



【図 19】



【図 20】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 液滴吐出装置の適確な駆動波形を少ない試行で決定する。

【解決手段】 解析部 1 5 4 が、液滴の最適な重量および吐出速度、駆動波形の基本形を記憶している。重量・粘度測定部 1 5 0 が、吐出ヘッド 1 1 0 から吐出された液滴の重量を測定する。解析部 1 5 4 が、C C D カメラ 1 5 2 a とストロボ 1 5 2 b とを用いて、液滴の吐出速度を測定する。解析部 1 5 4 が、基本形となる駆動波形を読み出し、測定された重量および吐出速度が解析部 1 5 4 で記憶されている重量および吐出速度と一致するように当該駆動波形を調整する。そして、解析部 1 5 4 が、調整された駆動波形を記憶する。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 4 1 0 5 5 5
受付番号	5 0 3 0 2 0 2 7 3 7 7
書類名	特許願
担当官	第二担当上席 0 0 9 1
作成日	平成 1 5 年 1 2 月 1 2 日

< 認定情報・付加情報 >

【特許出願人】

【識別番号】	000002369
【住所又は居所】	東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号
【氏名又は名称】	セイコーエプソン株式会社

【代理人】

申請人	
【識別番号】	100098084
【住所又は居所】	東京都中央区日本橋一丁目 2 番 1 0 号 東洋ビル ディング 7 階 朝日特許事務所
【氏名又は名称】	川▲崎▼ 研二

特願 2 0 0 3 - 4 1 0 5 5 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 2 3 6 9]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 0 日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号

氏 名 セイコーエプソン株式会社